

- 1.Вериго М.Ф., Коган А.Я. Взаимодействие пути и подвижного состава / Под ред. М.Ф.Вериго. – М.: Транспорт, 1986. – 559 с.
- 2.Вершинский С.В., Данилов В.Н., Хусидов В.Д. Динамика вагонов. – М.: Транспорт, 1991. – 360 с.
- 3.Маслиев В.Г. Математическое моделирование динамических процессов в системе "экипаж – рельсовый путь" // Міжвуз. зб. наук. праць. Вип.34. – Харків: ХарДАЗТ, 1998. – С.23-26.
- 4.Esveld C., Kok A. Interaction of the way and rolling stock when moving with high velocity // Rail Engineering International. – 1998. – №3. – P.14-16.
5. Лазарян В.А. Динамика транспортных средств: Изб. тр. – К.: Наук. думка, 1985. – 528 с.
- 6.Дьомін Ю.В., Черняк Г.Ю. Основи динаміки вагонів. – К.: КУЕТТ, 2003. – 270 с.
- 7.Данович В.Д., Рейдемейстер А.Г., Халипова Н.В. Математическая модель взаимодействия пути и пассажирского вагона при движении по участкам произвольной кривизны // Транспорт. Вип.8. – Днепропетровск: Нова ідеологія, 2001. – С.124-138.
- 8.Математическое моделирование колебаний рельсовых транспортных средств / Под ред. В.Ф.Ушкалова. – К.: Наукова думка, 1989. – 260 с.
- 9.Шпачук В.П., Коваленко А.В. Оптимізація експлуатаційних і конструктивних параметрів вагона з урахуванням взаємодії з верхньою будовою колії в зоні стикової нерівності // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вип.81. – К.: Техніка, 2008. – С.254-262.

Отримано 19.12.2008

УДК 629.421 : 629.405

В.Х.ДАЛЕКА, д-р техн. наук,
В.Ф.ХАРЧЕНКО, М.І.ШПІКА, кандидати техн. наук, О.О.СУХОРИКОВА
Харківська національна академія міського господарства

ДОСЛІДЖЕННЯ АСИНХРОННОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ З МІКРОПРОЦЕСОРНОЮ СИСТЕМОЮ КЕРУВАННЯ

Розглядаються структура та конструкція спеціального стенда для досліджень асинхронного електропривода з мікропроцесорною системою керування в режимах пуску та гальмування. Особливістю стенда є можливість змінювати режими роботи та параметри регулятора за допомогою персонального комп'ютера.

За останні роки використання частотно-регульованих асинхронних електроприводів значно збільшилось. Цьому посприяли значні успіхи сигової електроніки – освоєння виробництва біполярних транзисторів з ізольованим затвором (IGBT), силових модулів на їхній основі (стійки й цілі інвертори), а також силових інтелектуальних модулів (IPM) із засобами захисту ключів й інтерфейсами для безпосереднього підключення до мікропроцесорних систем керування. Крім того, масове впровадження мікроконтролерів з вбудованим набором спеціалізованих периферійних пристроїв витіснило аналогові системи керування приводами.

В економічно розвинених країнах міський електротранспорт та підприємства житлово-комунального господарства (ліфтові служби, водопостачання тощо) практично повністю перейшли на частотно-регульований асинхронний електропривод [1-5]. Це викликано прагненням зменшити питомі енерговитрати та експлуатаційні витрати, підвищити надійність електроприводу, збільшити термін служби електроустаткування і поліпшити умови праці обслуговуючого персоналу.

Тому для підготовки кваліфікованих спеціалістів у даних галузях у вищих навчальних закладах необхідно мати сучасні лабораторні стенди частотно-регульованих асинхронних електроприводів.

Мета роботи – створення стендів для дослідження частотно-регульованих асинхронних електроприводів з мікропроцесорною системою керування в режимах пуску та гальмування та натурального моделювання перехідних процесів в їх силових ланцюгах.

Структурна схема асинхронного електроприводу такого стенду наведена на рис.1.

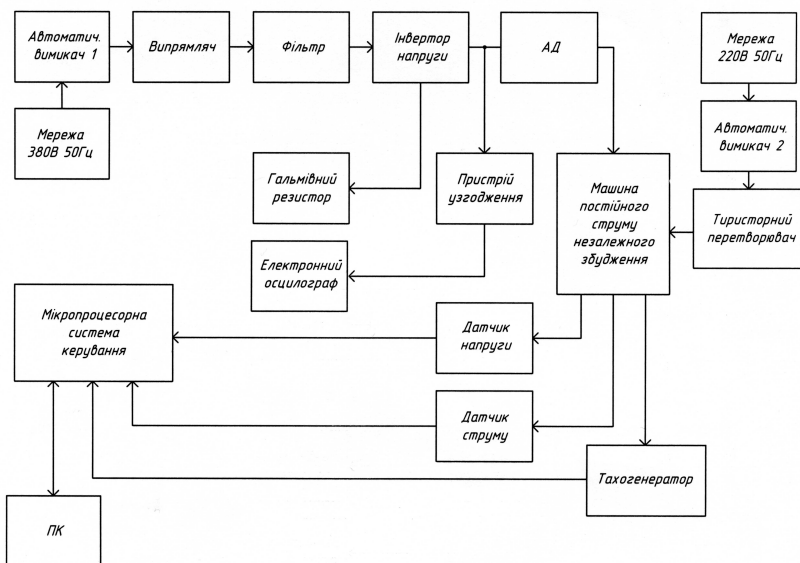


Рис.1 – Структурна схема асинхронного електроприводу стенда

До складу стенду входить: перетворювач частоти, асинхронний електродвигун, навантажувальна машина, тиристорний перетворювач, мікропроцесорна система керування, гальмівний резистор, електро-

ний осцилограф з пристроєм узгодження, датчики напруги, струму та частоти обертів (тахогенератор), а також персональний комп'ютер з інформаційно-керуючою системою.

Перетворювач частоти виконано з ланцюгом постійного струму. Він складається з випрямляча, фільтра та інвертора напруги. Випрямляч виконано напівкерованим, інвертор напруги – на IGBT- транзисторах. Живлення випрямляча забезпечується від мережі живлення 380В 50Гц через автоматичний вимикач. На вихід інвертора напруги підключено асинхронний двигун (АД). В якості навантажувальної машини використовується машина постійного струму незалежного збудження. Машина постійного струму живиться від мережі живлення 220В 50Гц через автоматичний вимикач і тиристорний перетворювач.

Для виміру частоти обертання АД використовується тахогенератор. Датчики напруги, струму та тахогенератор підключені до мікропроцесорної системи керування, яка виконана на базі мікроконтролера TMS320. Вона має зв'язок з інформаційно-керуючою системою, встановленою на персональному комп'ютері, через послідовний канал зв'язку RS485.

Інформаційно-керуюча система дозволяє змінювати параметри регулятора, задавати час протікання досліду, змінювати закони керування, задавати режими роботи тощо. На стенді встановлено також пристрій узгодження для підключення електронного осцилографа, що дозволяє спостерігати процеси в силовій схемі електроприводу.

Для забезпечення режиму гальмування використовується гальмівний резистор.

Вибір електричних машин зроблено з оглядом на те, щоб зменшити енергоспоживання стендом.

Така структура стенду дозволяє проводити дослідження частотно-регульованого асинхронного електроприводу в режимах пуску, розгону та гальмування і моделювати перехідні процеси в силових ланцюгах.

На рис.2 наведено загальний вигляд двох стендів для дослідження асинхронного електроприводу з мікропроцесорною системою керування, силова частина яких виконана єдиною конструкцією. Наведені стенди використовуються для проведення досліджень в лабораторії мікропроцесорних систем керування на кафедрі електричного транспорту.

Інформаційно-керуюча система стенду виконана у вигляді програмного пакету для персонального комп'ютера і призначена для збору, реєстрації та обробки даних, а також контролю перехідних процесів, що протікають в силовій схемі та системі керування електропри-

воду. Вона є складовою частиною системи керування і складається з підсистем збору та обробки даних, зміни коефіцієнтів, збереження даних, розрахунку контролюючих та діагностуючих параметрів.



Рис.2 – Загальний вигляд стендів для дослідження асинхронного електроприводу з мікропроцесорною системою керування

Система забезпечує відображення параметрів у реальному часі та їх вивід на монітор комп'ютера. З рис.3 видно, що програма забезпечує одночасне відображення області керування та області відображення сигналів.

Область керування поділена на область завдання швидкості електропривода, область керування коефіцієнтами та режимами роботи, область завдання напруги по частоті.

Область завдання швидкості електропривода складається з графіка зміни швидкості в часі та завдання часу процесу регулювання. Графік зміни швидкості дозволяє задавати траєкторію зміни швидкості електропривода в часі. Загальний час розгону та гальмування електропривода задається регулятором, який знаходиться праворуч від графіка зміни швидкості. Швидкість може змінюватись в діапазоні від -1500 до +1500 об/хв. Знак визначає напрямок обертання ротора електродвигуна. При редагуванні графіка зміни швидкості автоматично відображаються ключові значення траєкторії.

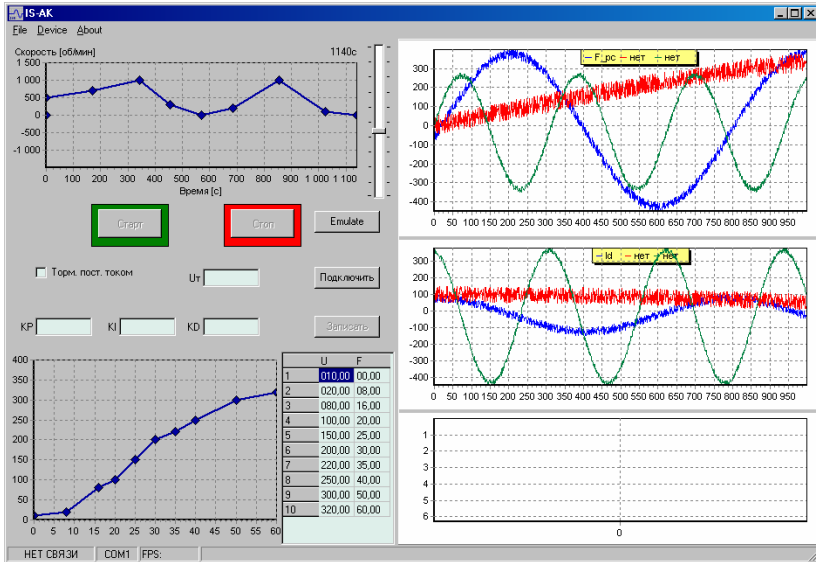


Рис.3 – Вигляд основного вікна програми інформаційно-керуючої системи

Область керування коефіцієнтами та режимами роботи складається з кнопок «Старт», «Стоп», «Підключити» та «Записати». Кнопки «Старт» та «Стоп» керують режимами роботи електроприводу. Керування можливе тільки після встановлення зв'язку з мікропроцесорною системою керування. До початку роботи необхідно встановити зв'язок, для чого необхідно натиснути кнопку «Підключити».

Система керування може працювати як у розімкнутому вигляді, так із зворотним зв'язком по частоті обертання. Для забезпечення режиму із зворотним зв'язком є кнопка «Замкнутий контур». У цьому режимі можна виставляти коефіцієнти регулятора: пропорційний (КР), інтегральний (КІ), диференційний (КД).

Для гальмівного режиму передбачена кнопка «Гальмування постійним струмом», а також виставляється завдання гальмівного режиму U_t .

Після встановлення значень коефіцієнтів необхідно натиснути кнопку «Записати».

Область завдання напруги по частоті складається з графіка $U(f)$ та таблиці, в якій відображаються значення графіка. Характеристику $U(f)$ можливо задавати як графічно, так і таблично.

Область відображення сигналів складається з трьох частин, на

кожній з яких наводиться три аналогових сигнали. За рахунок такого відображення можливо спостерігати та аналізувати дев'ять різних сигналів одночасно. Вибір аналогових сигналів проводиться за бажанням з контекстного меню.

Масштабування графіків проводиться автоматично. Відображені графіки, що виведені на монітор комп'ютера, можна копіювати за допомогою контекстного меню або кнопки Print Screen на клавіатурі у текстовий редактор Word чи будь-який інший. Приклади графіків перехідних процесів в електроприводі наведено на рис.4.

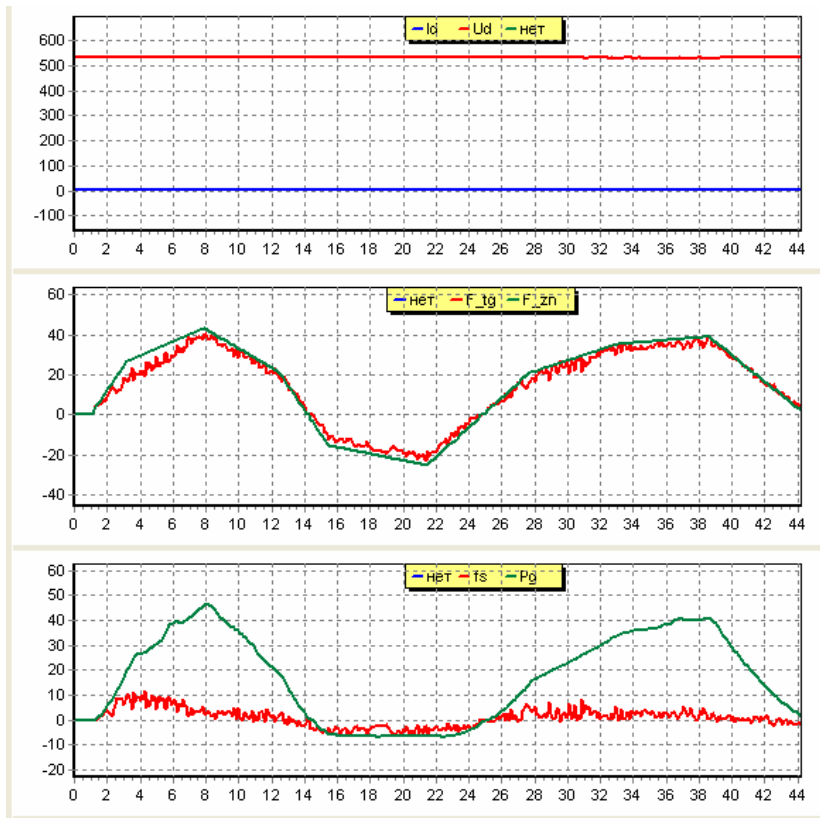


Рис.4 – Графіки перехідних процесів в електроприводі

Таким чином, створений стенд дозволяє вирішувати питання, пов'язані з оптимізацією параметрів систем керування для забезпечен-

ня енергозберігаючих режимів роботи частотно-регульованого асинхронного електропривода міського електротранспорту та підприємств житлово-комунального господарства, а також проводити підготовку висококваліфікованих кадрів для роботи у вищезазначених галузях.

1.Замятіна Е. Двигуни для транспорту майбутнього // Енергія: економіка, техніка, екологія. – 2005. – №2. – С.18-20.

2.Кириленко А.В., Волков И.В. Энергосберегающий асинхронный электропривод // Вестник Национального технического университета «Харьковский политехнический институт». Вып.30 – Харьков, 2008. – С.22-26.

3.Далека В.Х., Харченко В.Ф., Шпіка М.І. Перспективи впровадження тягового асинхронного електроприводу // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П.Василенка. Вип.73. Т.1. – Харків, 2008. – С.104-105.

4.Леонов Б.С. Энергобережения і регульований привод у насосних установках. – М.: ИК «Ягорба» - «Биоинформсервис», 1998.

5.Носков В.І., Шпіка М.І. Стан і перспективи впровадження тягових електроприводів змінного струму // Гідроенергетика України. – 2006. – №2. – С.63-68.

Отримано 21.01.2009

УДК 656.21

В.С.ВІНИЧЕНКО, канд. техн. наук

Харківська національна академія міського господарства

ФАКТОРНИЙ АНАЛІЗ ПОКАЗНИКА ЕФЕКТИВНОСТІ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ

Аналізується ступінь впливу параметрів транспортної системи міських пасажирських перевезень на показник її ефективності.

Потреби міської територіальної громади та суспільного виробництва породжують попит на транспортні послуги, задовольняти який призначена транспортна система. Учасниками транспортного процесу в системі міського пасажирського транспорту є пасажирів і транспортні підприємства, взаємодія між якими відбувається через маршрутну систему (рис.1). Складність прийняття рішень на верхніх рівнях управління окремими видами транспорту та міською транспортною системою полягає в тому, що на сьогодні немає однозначної відповіді на питання щодо формування показника ефективності її функціонування [1, 2].

У роботі [3] показник якості функціонування (ПЯФ) транспортної системи метрополітену визначено як відношення прибутку від перевезень до вагону-кілометрів, які були виконані рухомим складом протягом аналізованого часу. Хибність застосування такого показника полягає в тому, що при існуючій в метрополітені системі попередньої оплати поїздок пасажирами недовипуск рухомого складу на лінії метро